

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2006 Thomson Derwent. All rts. reserv.

012105232 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1998-522144/199845

XRPX Acc No: N98-407872

**Fuel injector for internal combustion engine - has piezoelectric or  
magnetostrictive drive element to enhance fuel pressure and to operate  
injector action**

Patent Assignee: BOSCH GMBH ROBERT (BOSC )

Inventor: HAAG G; REMBOLD H; STUTZENBERGER H

Number of Countries: 021 Number of Patents: 008

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19712921	A1	19981001	DE 1012921	A	19970327	199845 B
WO 9844256	A1	19981008	WO 98DE80	A	19980112	199846
CZ 9803589	A3	19990414	CZ 983589	A	19980112	199921
			WO 98DE80	A	19980112	
EP 910740	A1	19990428	EP 98905241	A	19980112	199921
			WO 98DE80	A	19980112	
US 6079636	A	20000627	WO 98DE80	A	19980112	200036
			US 98180850	A	19981117	
JP 2000511614	W	20000905	JP 98541038	A	19980112	200047
			WO 98DE80	A	19980112	
KR 2000015898	A	20000315	WO 98DE80	A	19980112	200104
			KR 98709449	A	19981123	
CZ 291253	B6	20030115	CZ 983589	A	19980112	200309
			WO 98DE80	A	19980112	

Priority Applications (No Type Date): DE 1012921 A 19970327

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

DE 19712921 A1 7 F02M-057/02

WO 9844256 A1 G F02M-051/04

Designated States (National): CZ JP KR US

Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC  
NL PT SE

CZ 9803589 A3 F02M-051/04 Based on patent WO 9844256

EP 910740 A1 G F02M-051/04 Based on patent WO 9844256

Designated States (Regional): DE FR GB IT

US 6079636 A F02M-047/02 Based on patent WO 9844256

JP 2000511614 W 20 F02M-051/00 Based on patent WO 9844256

KR 2000015898 A F02M-051/04 Based on patent WO 9844256

CZ 291253 B6 F02M-051/04 Previous Publ. patent CZ 9803589  
Based on patent WO 9844256

Abstract (Basic): DE 19712921 A

The improved injector has the piezoelectric or magnetostrictive element (2) in a long configuration to drive a piston (7) which compresses the fuel. The end of the injector has a valve which opens at a preset pressure to inject the fuel directly into the cylinder.

The drive element is coupled to the piston by a connector (6) and a spring which tensions the system. The spring can be a simple cup spring (15). The system includes a non-return valve (61) to complete the pump action of the injector.

USE - Fuel injection system for use in internal combustion engine.

ADVANTAGE - Fuel injection at pressures higher than fuel line

pressure using low inertial-mass piston for responsive control.

Dwg. 1/2

Title Terms: FUEL; INJECTOR; INTERNAL; COMBUST; ENGINE; PIEZOELECTRIC;  
MAGNETOSTRICTIVE; DRIVE; ELEMENT; ENHANCE; FUEL; PRESSURE; OPERATE;  
INJECTOR; ACTION

Derwent Class: P42; Q53

International Patent Class (Main): F02M-047/02; F02M-051/00; F02M-051/04;  
F02M-057/02

International Patent Class (Additional): B05B-001/08; F02M-051/02

File Segment: EngPI

?

①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 12 921 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 M 57/02**  
F 02 M 51/02

②1 Aktenzeichen: 197 12 921.8  
②2 Anmeldetag: 27. 3. 97  
④3 Offenlegungstag: 1. 10. 98

**DE 197 12 921 A 1**

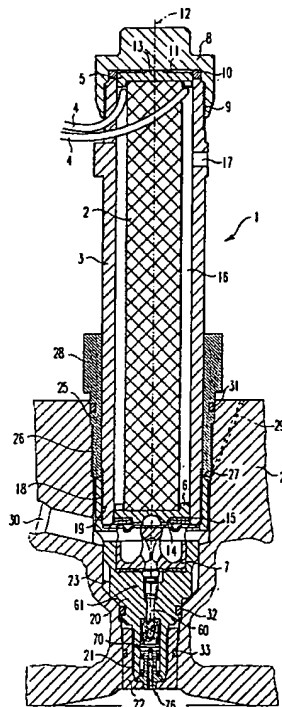
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Rembold, Helmut, 70435 Stuttgart, DE; Haag,  
Gottlob, 71706 Markgröningen, DE; Stutzenberger,  
Heinz, Dr., 71665 Vaihingen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Brennstoffeinspritzventil mit piezoelektrischem oder magnetostriktivem Aktor

⑤7 Ein Brennstoffeinspritzventil, insbesondere ein Einspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, weist einen Pumpenkolben (7) auf, der mittels eines piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktors (2) zur Ausübung einer translatorischen Pumpbewegung antreibbar ist. Eine Abspritzdüse (70) mit zumindest einer Abspritzöffnung (76) ist über eine Brennstoff-Druckleitung (60) mit dem Pumpenkolben (7) hydraulisch verbunden. Die Abspritzdüse (70) öffnet, wenn der von dem Pumpenkolben (7) in der Brennstoff-Druckleitung (60) erzeugte Brennstoffdruck einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet. In der Brennstoff-Druckleitung (60) ist zumindest ein Rückschlagventil (61) angeordnet, das in Richtung auf die Abspritzdüse (70) öffnet und in Gegenrichtung schließt.



**DE 197 12 921 A 1**



## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Brennstoffeinspritzventil mit einem piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor. Ein Brennstoffeinspritzventil mit einem piezoelektrischen Aktor ist z. B. aus der DE 195 00 706 A1 bekannt. Bei diesem bekannten Brennstoffeinspritzventil betätigt der piezoelektrische oder magnetostriktive Aktor einen Arbeitskolben, der über einen hydraulischen Wegtransformator einen Hubkolben beaufschlagt. Der Hubkolben steht formschlüssig über einer Ventildnadel mit einem an der Abspritzöffnung vorgesehenen Ventilschließkörper in Verbindung. Der piezoelektrische oder magnetostriktive Aktor ist daher über den hydraulischen Wegtransformator kraftschlüssig mit dem Ventilschließkörper verbunden. Wenn der Aktor mit einer entsprechenden elektrischen Spannung beaufschlagt wird, dehnt sich dieser aus und verschiebt den Arbeitskolben entsprechend. Bereits eine relativ geringe Verschiebung des Arbeitskolbens wird durch den hydraulischen Wegtransformator in eine erheblich größere Verschiebung des Hubkolbens transformiert, so daß der Ventilschließkörper die Abspritzöffnung mit ausreichendem Querschnitt freigibt. Ein Brennstoffeinspritzventil ähnlicher Bauart geht auch aus der DE 43 06 073 C1 hervor. Aus dieser Druckschrift ist insbesondere auch eine gehäuseseitige Lagerung des Aktors in einem speziellen Kugelscheibenlager bekannt, um bei einer geringfügigen Nicht-Parallelität der Aktorendflächen eine ganzflächige Anlage des piezoelektrischen Aktors an dem von diesem beaufschlagten Druckkolben zu erreichen.

Die bekannten Brennstoffeinspritzventile haben den Nachteil, daß der Einspritzdruck durch den von der Brennstoffpumpe in der Brennstoff-Zulaufleitung erzeugten Brennstoffdruck vorgegeben ist und deshalb der zur Verfügung stehende Einspritzdruck begrenzt ist. Ferner besteht der Nachteil einer nicht zu vernachlässigenden Massenträgheit des Hubkolbens, der Ventildnadel und des Ventilschließkörpers. Durch die Massenträgheit dieser Elemente wird die Ansprechzeit des Brennstoffeinspritzventils bestimmt.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß der Brennstoff mit einem relativ hohen Einspritzdruck eingespritzt wird. Zu diesem Zweck erfolgt eine zusätzliche Kompression des Brennstoffs mit einem mittels eines piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktors antreibbaren Pumpenkolben, so daß der in einer Brennstoff-Druckleitung zwischen dem Pumpenkolben und einer Abspritzdüse herrschende Brennstoffdruck wesentlich größer ist, als der in der Brennstoff-Zulaufleitung herrschende Brennstoffdruck. Die Betätigung der Abspritzdüse erfolgt hydraulisch, indem die Abspritzdüse öffnet, wenn der in der Brennstoff-Druckleitung herrschende Brennstoffdruck einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet. Auf diese Weise erfolgt durch den piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor sowohl eine Erhöhung des Einspritzdrucks als auch eine hydraulische Betätigung der Abspritzdüse. Auf diese Weise werden zwei Funktionen in einer äußerst kompakten Baueinheit vereinigt.

Durch die kompakte Bauweise ergeben sich ferner relativ kurze Ansaugwege für den Brennstoff, so daß Kavitationsprobleme vermieden werden. Das von dem Pumpenkolben zu komprimierende Brennstoffvolumen ist relativ klein und beschränkt sich lediglich auf das Volumen der relativ kurz ausführbaren Brennstoff-Druckleitung sowie das Volumen

innerhalb der ebenfalls mit sehr geringen Abmessungen ausführbaren Abspritzdüse. Der dem Pumpenkolben zugeordnete Schadraum ist daher relativ klein, so daß ein relativ geringer Hub des Pumpenkolbens ausreicht.

Die bei den bekannten Brennstoffeinspritzventilen erforderliche thermische Längenausdehnungskompensation des Aktors kann vollständig entfallen, da die Abspritzdüse nicht mechanisch über einen Hubkolben und eine Ventildnadel sondern hydraulisch betätigt wird. Geringfügige temperaturabhängige Verschiebungen des Pumpenkolbens aufgrund einer temperaturabhängigen Längenausdehnung des mit dem Pumpenkolben in Verbindung stehenden Aktors sind für die Funktion des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils daher unschädlich. Der modulare Aufbau des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils ermöglicht eine montagefreundliche Stecklösung, die innerhalb einer relativ geringen Montagezeit auch halbautomatisch oder vollautomatisch montierbar ist.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

Der Aktor kann vorteilhaft über eine ein teilkugelförmiges Lagerelement umfassende Koppereinrichtung mit dem Pumpenkolben kraftschlüssig verbunden sein. Das teilkugelförmige Lagerelement gewährleistet dabei, daß von dem Aktor zusätzlich zu der translatorischen Hauptkraft ausgeübte Radialkräfte die Translationsbewegung des Pumpenkolbens nicht in störender Weise beeinflussen.

Der Pumpenkolben kann besonders vorteilhaft topfförmig mit einer einen zentrischen Dorn umgebenden Brennstoff-Vorkammer ausgebildet sein. Dabei dient der zentrische Dorn der Krafteinleitung der von dem Aktor ausgeübten Druckkraft. Durch die topfförmige Ausbildung des Pumpenkolbens weist dieser eine besonders geringe Massenträgheit auf, wodurch die Ansprechzeit des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils zusätzlich verringert wird. Ferner wird eine Brennstoff-Vorkammer innerhalb des Pumpenkolbens integriert, wodurch sich eine besonders kompakte Bauweise ergibt. Die Brennstoff-Vorkammer kann weiterhin vorteilhaft gegenüber dem Aktor bzw. den den Aktor aufnehmenden Bauteilen durch eine flexible Membran abgedichtet sein. Auf diese Weise ergeben sich keine problematischen Dichtstellen, die eine Leckage oder einen Verschleiß, wie z. B. bei Verwendung eines Dichttrings, hervorrufen können. An die Druckfestigkeit der Membran sind keine besonderen Anforderungen zu stellen, da die Membran lediglich mit dem Brennstoff-Zulaufdruck beaufschlagt ist.

Ein den Rückfluß des Brennstoffs aus der Brennstoff-Druckleitung in die Brennstoff-Vorkammer verhinderndes Rückschlagventil kann vorteilhaft unmittelbar am Eingang der Brennstoff-Druckleitung angeordnet sein. Das Rückschlagventil kann einen Ventilkolben aufweisen, der zusammen mit einer Auslaßöffnung des Pumpenkolbens umgebenden Sitzfläche ein Sitzventil bildet. Vorteilhaft ist am Ausgang der Brennstoff-Druckleitung bzw. am Eingang der Abspritzdüse ein zweites Rückschlagventil vorgesehen, das sicherstellt, daß der Brennstoffdruck innerhalb der Abspritzdüse während des Saughubs des Pumpenkolbens nicht abnimmt.

## Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen axialen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes



Brennstoffeinspritzventil und

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung des abspritzseitigen Endbereichs des in Fig. 1 dargestellten erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Fig. 1 zeigt in einer axialen Schnittdarstellung eine Gesamtansicht des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel befindet sich der piezoelektrische Aktor 2 innerhalb eines Aktorgehäuses 3 und ist über elektrische Versorgungskabel 4 mit einer elektrischen Versorgungsspannung beaufschlagbar. Der piezoelektrische Aktor 2 kann in bekannter Weise als Mehrlagen-Piezostack ausgebildet sein. Anstatt eines piezoelektrischen Aktors kann in gleicher Weise auch ein magnetostriktiver Aktor 2 Verwendung finden. Der piezoelektrische Aktor 2 wird an seinen freien Enden von zwei Aufnahmeelementen 5, 6 aufgenommen. An seinem einem noch näher zu beschreibenden Pumpenkolben 7 abgewandten Ende ist der piezoelektrische Aktor 2 über das Aufnahmeelement 5 in einem Lagerblock 8 gelagert, der über ein Gewinde 9 an dem Aktorgehäuse 3 befestigt ist. Die innere Stirnfläche 11 des topfförmig ausgebildeten Lagerblocks 8 ist über einen Distanzring 10 von dem Aktorgehäuse 3 beabstandet. Das Aufnahmeelement 5 weist im Bereich der Längsachse 12 des Aktors 2 bzw. des Brennstoffeinspritzventils 1 einen Vorsprung 13 auf, welcher an der innenseitigen Stirnfläche 11 des Lagerblocks 8 anliegt.

An seinem dem Pumpenkolben 7 benachbarten Ende ist der Aktor 2 in einem weiteren Aufnahmeelement 6 gelagert, das eine ringförmige Ausnehmung 14 zur Aufnahme einer Tellerfeder 15 aufweist. Die Tellerfeder 15 dient zur axialen Vorspannung des Aktors 2, um den Aktor 2 mit einer vorgegebenen Druckspannung zwischen den Aufnahmeelementen 5 und 6 einzuspannen. Der zwischen dem Aktor 2 und dem Aktorgehäuse 3 ausgebildete Ringraum 16 kann bei Bedarf von einem flüssigen oder gasförmigen Kühlmittel durchströmt werden, das über eine Kühlmittel-Zuführöffnung 17 zuströmt und über eine nicht dargestellte Kühlmittel-Abführöffnung abströmt.

An seinem dem Pumpenkolben 7 benachbarten Ende weist das Aktorgehäuse 3 ein Außengewinde 18 auf, das in ein entsprechendes Innengewinde 19 eines Ventilblocks 20 einschraubbar ist. Der Ventilblock 20 ist seinerseits über ein Gewinde 21 mit einem topfförmigen Düsenverschlußkörper 22 verbindbar. Das Aktorgehäuse 3, der Ventilblock 20 und der Düsenverschlußkörper 22 können als Einheit vormontiert werden, bevor das Brennstoffeinspritzventil 1 als Einheit in eine Stufenbohrung 23 eines Zylinderkopfes 24 der Brennkraftmaschine eingeführt wird. Das Brennstoffeinspritzventil 1 ist im Ausführungsbeispiel mittels einer Muffe 25 an dem Zylinderkopf 24 arretiert. Die Muffe 25 ist in ein Gewinde 26 der Stufenbohrung 23 des Zylinderkopfes 24 einschraubbar und greift zu diesem Zweck an einer Stirnfläche 27 des Ventilblocks 20 an. Die Muffe 25 verfügt über einen Werkzeugangriffskörper 28, z. B. in Form eines Außen-Sechskants, an welchem ein geeignetes Werkzeug, z. B. ein Schraubenschlüssel, angreifen kann. Zur Entlüftung dient eine Entlüftungsbohrung 29, die verschließbar ist. Die Zuführung des Brennstoffs erfolgt über eine zumindest teilweise innerhalb des Zylinderkopfes 24 verlaufende Brennstoff-Zulaufleitung 30. Die Abdichtung der Muffe 25, des Ventilblocks 20 und des Düsenverschlußkörpers 22 jeweils gegenüber dem Zylinderblock 24 erfolgt über geeignete Dichtmittel 31-33, die z. B. als O-Ringe ausgebildet sein können.

Die weitere Beschreibung des Ausführungsbeispiels er-

folgt unter Bezugnahme auf Fig. 2, die eine vergrößerte Darstellung des abspritzseitigen Endbereichs des in Fig. 1 in seiner Gesamtheit dargestellten erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils zeigt. Bereits beschriebene Elemente sind mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen.

Der Ventilblock 20 ist mit einer axialen Stufenbohrung 40 versehen, die sich axial durch den gesamten Ventilblock 20 erstreckt. In einen Führungsabschnitt 41 der Stufenbohrung 40 ist der topfförmig und axialsymmetrisch ausgebildete Pumpenkolben 7 eingesetzt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist der Pumpenkolben 7 im Bereich der Längsachse 12 einen zentralen Dorn 42 auf. Der zentrale Dorn 42 ist von einer ringförmigen Brennstoff-Vorkammer 43 umgeben, die über in dem Ventilblock 20 vorgesehene Radialbohrungen 94 mit der Brennstoff-Zulaufleitung 30 in Verbindung steht.

Die Brennstoff-Vorkammer 43 ist mittels einer flexiblen Membran 44, die z. B. aus einem flexiblen Kunststoffmaterial bestehen kann, gegenüber dem Aktor 2 bzw. gegenüber dem Aktorgehäuse 3, dem Aufnahmeelement 6 und insbesondere gegenüber dem das Kühlmittel aufnehmenden Ringraum 16 abgedichtet. Die Membran 44 kann zur Erleichterung der Deformation zumindest einen ringförmigen umlaufenden Wulst 45 aufweisen. Da die Membran 44 lediglich mit dem in der Brennstoff-Zulaufleitung 30 herrschendem Brennstoff-Zulaufdruck beaufschlagt ist, sind an die Druckfestigkeit der Membran 44 keine besonderen Anforderungen zu stellen. Der Brennstoff-Zulaufdruck beträgt beispielsweise nur 3-4 bar. Die Abdichtung mittels der flexiblen Membran 44 hat den Vorteil, daß eine Leckage oder ein Verschleiß vermieden wird, wie er z. B. bei der Verwendung eines Dichtrings nach längerer Betriebszeit des Brennstoffeinspritzventils 1 auftreten kann.

Das dem Pumpenkolben 7 benachbarte Aufnahmeelement 6 weist an einer dem Pumpenkolben 7 gegenüberliegenden Stirnfläche 46 eine sphärische Ausnehmung 47 auf, in welche ein teilkugelförmiges, z. B. halbkugelförmiges, Lagerelement 48 eingelegt ist. Das Lagerelement 48 liegt dem zentralen Dorn 42 des Pumpenkolbens 7 gegenüber und ist von diesem durch die flexible Membran 44 getrennt. Zwischen einer abspritzseitigen Stirnfläche 49 des Pumpenkolbens 7 und einer Anlagefläche 50 der Stufenbohrung 23 des Ventilblocks 20 befindet sich eine Tellerfeder 51, die den zentralen Dorn 42 des Pumpenkolbens 7 fortwährend in Anlage an dem Lagerelement 48 hält. Das Aufnahmeelement 6 ist gegenüber dem Lagerelement 48 aufgrund der sphärischen Ausbildung der Grenzfläche in gewissen Grenzen verkippt. Wenn das Aufnahmeelement 6 bei Betätigung des Aktors 2 geringfügig gegenüber der Längsachse 12 verkippt, wird dadurch die ganzflächige Anlage des Lagerelements 48 an der Membran 44 und somit mittelbar an dem zentralen Dorn 42 des Pumpenkolbens 7 nicht beeinträchtigt.

Der Pumpenkolben 7 weist einen hohlzylinderförmigen Wandabschnitt 52 auf, der in dem Führungsabschnitt 41 der Stufenbohrung 40 geführt ist. An seinem abspritzseitigen Ende weist der Pumpenkolben 7 eine zentrale Auslaßöffnung 53 auf, die über Querbohrungen 54 mit der ringförmigen Brennstoff-Vorkammer 43 verbunden ist. Die Auslaßöffnung 53 des Pumpenkolbens 7 mündet in eine Brennstoff-Druckleitung 60 aus. An dem Eingang der Brennstoff-Druckleitung 60 befindet sich im dargestellten Ausführungsbeispiel ein erstes Rückschlagventil 61. Im Ausführungsbeispiel besteht das erste Rückschlagventil 61 aus einem zylindrischen Ventilkolben 62, der mittels eines Federelementes 93, z. B. einer Schraubenfeder, gegen die Stirnfläche 49 des Pumpenkolbens 7 gedrückt wird. Der Ventilkolben 62 wirkt daher mit dem Pumpenkolben 7 zur Ausbil-



dung eines Flach-Sitzventils zusammen, wobei der Ventilkolben 62 in einer Schließstellung des Rückschlagventils 61 an einer die Auslaßöffnung 53 des Pumpenkolbens 7 umgebenden Sitzfläche 63 dichtend anliegt und beim Öffnen des Rückschlagventils 61 von der Sitzfläche 63 abhebt.

Die Stirnfläche 49 und die Anlagefläche 50 begrenzen eine Pumpenkammer 90, deren Volumen durch die axiale Stellung des Pumpenkolbens 7 festgelegt ist und die über vorzugsweise mehrere, z. B. drei, den Ventilkolben 62 umgebende Verbindungsschlitze 64 mit der Brennstoff-Druckleitung 60 verbunden ist. Am Ausgang der Brennstoff-Druckleitung 60 bzw. am Eingang einer noch näher zu beschreibenden Abspritzdüse 70 befindet sich ein zweites Rückschlagventil 71. Das zweite Rückschlagventil 71 besteht aus einem die Brennstoff-Druckleitung 60 abschließenden Ventilsitz 72, welcher von einem im Ausführungsbeispiel kugelförmigen Ventilkörper 73 verschließbar ist. Der Ventilkörper 73 wird mittels eines Federelementes 74 gegen den Ventilsitz 72 gedrückt.

Stromabwärts des zweiten Rückschlagventils 71 befindet sich ein Düsenkörper 75 mit einer Abspritzöffnung 76. Die Abspritzöffnung 76 ist mittels eines Ventilschließkörpers 77 verschließbar, der mittels einer axialen Längsbohrung 78 des Düsenkörpers 75 durchdringenden Ventilnadel 79 mit einem Federteller 80 verbunden ist. Zwischen dem Federteller 80 und einer Ringkrause 81 des Düsenkörpers 75 ist eine vorgespannte Rückstellfeder 82, z. B. eine Schraubenfeder, eingespannt, die den Ventilschließkörper 77 der außenöffnenden Abspritzdüse 70 in eine Schließstellung vorspannt. Der Brennstoff strömt über einen der Aufnahme des Rückschlagventils 71 und des Düsenkörpers 75 dienenden Abschnitt 83 der Stufenbohrung 40 des Ventilblocks 20 dem Düsenkörper 75 zu und wird durch diesen mittels Radialbohrungen 84 hindurch zu der die Ventilnadel 79 umgebenden axialen Längsbohrung 78 und schließlich zur Abspritzöffnung 76 geleitet.

Nachfolgend wird die Funktion des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1 näher beschrieben.

Der Brennstoff strömt über die Brennstoff-Zulaufleitung 30 in die Vorkammer 43. Wenn der piezoelektrische Aktor 2 mit der Versorgungsspannung beaufschlagt wird dehnt sich dieser in Abhängigkeit von der Höhe der Versorgungsspannung axial aus. Durch die axiale Ausdehnung des Aktors 2 ist die axiale Lage des Pumpenkolbens 7 festgelegt, der mittels der Tellerfeder 51 an dem Lagerelement 48 und somit an dem mit dem pumpenkolbenseitigen freien Ende des Aktors 2 verbundenen Aufnahmeelement 6 in Anlage gehalten wird. Wenn die Versorgungsspannung des Aktors 2 reduziert wird, verringert sich dessen axiale Ausdehnung, so daß der Pumpenkolben 7 in Richtung auf den Aktor 2 bewegt und folglich das Volumen der zwischen der Stirnfläche 49 des Pumpenkolbens 7 und der Anlagefläche 50 des Ventilblocks 20 ausgebildeten Pumpenkammer 90 vergrößert wird. Durch das sich vergrößernde Volumen der Pumpenkammer 90 entsteht in der Brennstoff-Druckleitung 60 ein reduzierter Druck, der unter den in der Brennstoff-Vorkammer 43 herrschenden Brennstoffdruck abfällt. Die Brennstoff-Druckleitung 60 ist dabei durch das zweite Rückschlagventil 71 zur Abspritzdüse 70 hin verschlossen. Der sich in der Brennstoff-Druckleitung 60 gegenüber der Brennstoff-Vorkammer 43 einstellende Unterdruck bewirkt ein Öffnen des ersten Rückschlagventils 61, indem der Ventilkolben 62 von der an den Pumpenkolben 7 ausgebildeten Sitzfläche 63 abhebt. Der Brennstoff strömt daher während des vorstehend beschriebenen Saughubs des Pumpenkolbens 7 über das sich öffnende erste Rückschlagventil 61 in die Pumpenkammer 90 ein, deren Volumen sich mit zunehmendem Saughub des Pumpenkolbens 7 zunehmend vergrößert.

Bert. Um die Pumpenkammer 90 füllen zu können, sind z. B. in der Tellerfeder 51 axiale Bohrungen oder aber Zulaufkanäle an den Auflageflächen der Tellerfeder 49, 50 vorhanden.

Wenn die Versorgungsspannung des Aktors 2 wieder erhöht wird, führt dies zu einer zunehmenden axialen Ausdehnung des Aktors 2. Der Pumpenkolben 7 wird daher in Richtung auf die Abspritzdüse 70 bewegt, so daß sich das Volumen der Pumpenkammer 90 zunehmend verringert. Auf diese Weise entsteht in der Pumpenkammer 90 und der mit dieser verbundenen Brennstoff-Druckleitung 60 ein Überdruck gegenüber der Brennstoff-Vorkammer 43. Daher schließt das erste Rückschlagventil 61, indem der Ventilkolben 62 sich an die an dem Pumpenkolben 7 ausgebildete Sitzfläche 63 anlegt.

Sobald der in der Brennstoff-Druckleitung 60 herrschende Brennstoffdruck den innerhalb der Abspritzdüse 70 herrschenden Brennstoffdruck überschreitet, öffnet das zweite Rückschlagventil 71, so daß der unter einem erhöhten Druck stehende Brennstoff aus der Brennstoff-Druckleitung in das Innenvolumen 91 der Abspritzdüse 70 nachströmt. Der in dem Innenvolumen 91 der Abspritzdüse 70 herrschende Brennstoffdruck beaufschlagt den Ventilsitz 77 mit einer in Richtung auf die Abspritzöffnung 76 gerichteten Verstellkraft. Sobald diese druckabhängige Verstellkraft die von der Rückstellfeder 82 ausgeübte Rückstellkraft überschreitet, gibt der über die Ventilnadel 79 mit dem Federteller 80 verbundene Ventilschließkörper 77 die Abspritzöffnung 76 frei, so daß der Brennstoff in einen vorgelagerten Brennraum 92 der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Der Schwellwert des Drucks, bei welchem die Abspritzdüse 70 öffnet, ist von der von der Rückstellfeder 82 ausgeübten Rückstellkraft abhängig und über die Federkonstante und Vorspannung der Rückstellfeder 82 vorgebar.

Der Aktor 2 des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1 erfüllt daher zwei Funktionen: zum einen wird mittels des von dem Aktor 2 angetriebenen Pumpenkolbens 7 eine Druckerhöhung des Brennstoffs erreicht, so daß der Abspritzdruck des Brennstoffs wesentlich höher als der in der Zulaufleitung 30 herrschende Brennstoff-Zulaufdruck ist. Durch den erhöhten Abspritzdruck des Brennstoffs werden sehr gute Einspritz Eigenschaften erzielt. Andererseits dient der Aktor 2 der mittelbaren hydraulischen Betätigung der Abspritzdüse 70.

Die hydraulische Betätigung der Abspritzdüse 70 bzw. des Ventilschließkörpers 77 hat gegenüber einer rein mechanischen Betätigung den Vorteil einer geringen Massenträgheit des Gesamtsystems und somit einer geringen Ansprechzeit. An dem erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventil 1 sind die Ansaugwege relativ kurz, wodurch Kavitationsprobleme vermieden werden. Der Schadraum zwischen dem Pumpenkolben 7 und der Abspritzöffnung 76 weist ein relativ geringes Volumen auf, was die Ansprechzeit des Brennstoffeinspritzventils 1 zusätzlich verringert. Eine thermische Längenausdehnungskompensation des Aktors 2 ist nicht notwendig, da geringfügige statische Verschiebungen des Pumpenkolbens 7 auf die dynamische Funktion des Brennstoffeinspritzventils 1 ohne Einfluß sind.

Ein zwischen dem Wandabschnitt 52 des Pumpenkolbens 7 und dem Führungsabschnitt 41 der axialen Längsbohrung 40 verbleibender Ringspalt hat ebenfalls keinen kritischen Einfluß auf die Dynamik des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1. Der Ringspalt und somit das Kolbenspiel des Pumpenkolbens 7 kann ohne weiteres 3–4 µm betragen, ohne daß die an dem Ringspalt auftretende Leckage die Einspritzmenge nennenswert beeinflußt. Da die Stellzeit des Aktors 2 in der Größenordnung von 1 ms liegt, treten während der Stellzeit des Pumpenkolbens 7 an dem Ringspalt



zwischen dem Wandabschnitt 52 und dem Führungsabschnitt 41 keine nennenswerten Leckagen auf. An die Fertigungstoleranzen des Außendurchmessers des Pumpenkolbens 7 bzw. des Innendurchmessers des Führungsabschnitts 41 sind daher keine allzu großen Anforderungen zu stellen, so daß die Fertigungskosten des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1 durch das Einpassen des Pumpenkolbens 7 in den Führungsabschnitt 41 der Stufenbohrung 40 nicht nennenswert erhöht werden.

Die Einspritzmenge des Brennstoffs kann durch die Höhe der Versorgungsspannung, mit welcher der piezoelektrische Aktor 2 beaufschlagt wird, beeinflusst werden, da die Ausdehnung des Aktors 2 der Versorgungsspannung proportional ist. Die Versorgungsspannung liegt in der Größenordnung bis 1000 V. Es sind aber auch andere Piezostapel mit niedrigerer Spannung möglich.

Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. Insbesondere können auch Pumpenkolben 7, Rückschlagventile 61, 71 und Abspritzdüsen 70 in anderer bekannter Ausgestaltung zum Einsatz kommen.

#### Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere Einspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, mit einem Pumpenkolben (7), der mittels eines piezoelektrischen oder magnetostruktiven Aktors (2) zur Ausübung einer translatorischen Pumpbewegung antreibbar ist, einer mit dem Pumpenkolben (7) über eine Brennstoff-Druckleitung (60) hydraulisch verbundenen, zumindest eine Abspritzöffnung (76) aufweisenden Abspritzdüse (70), die öffnet, wenn der von dem Pumpenkolben (7) in der Brennstoff-Druckleitung (60) erzeugte Brennstoffdruck einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet, und zumindest einem in der Brennstoff-Druckleitung (60) angeordneten Rückschlagventil (61), das in Richtung auf die Abspritzdüse (70) öffnet und in Gegenrichtung schließt.
2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktor (2) über eine Koppel-einrichtung (6, 48) mit dem Pumpenkolben (7) in kraftschlüssiger Wirkverbindung steht und der Pumpenkolben (7) an der Koppel-einrichtung (6, 48) mittels eines ersten Federelementes (51) in Anlage gehalten ist.
3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppel-einrichtung (6, 48) ein Aufnahmeelement (6), zur Aufnahme eines freien Endes des Aktors (2), und ein teilkugelförmiges Lagerelement (48) umfaßt, das in eine sphärische Ausnehmung (47) des Aufnahmeelements (48) eingreift.
4. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Pumpenkolben (7) topfförmig mit einer einen zentrischen Dorn (42) umgebenden Brennstoff-Vorkammer (43) ausgebildet ist und der zentrische Dorn (42) mit dem Aktor (2) in kraftschlüssiger Wirkverbindung steht.
5. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoff-Vorkammer (43) gegenüber dem Aktor (2) über eine flexible Membran (44) abgedichtet ist.
6. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß das teilkugelförmige Lagerelement (48) der Koppel-einrichtung (6, 48) dem zentrischen Dorn (42) des Pumpenkolbens (7) gegenüberliegt und die flexible Membran (44) zwischen dem

teilkugelförmigen Lagerelement (48) und dem zentrischen Dorn (42) angeordnet ist.

7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoff-Vorkammer (43) mit einer Brennstoff-Zulaufleitung (30) in Verbindung steht und über den Dorn (42) durchsetzende Querbohrungen (54) mit einer in die Brennstoff-Druckleitung (60) einmündenden Auslaßöffnung (53) verbunden ist.

8. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein erstes Rückschlagventil (61) am Eingang der Brennstoff-Druckleitung (60) angeordnet ist und als Sitzventil mit einem in einer Schließstellung an einer Sitzfläche (63) des Pumpenkolbens (7) anliegenden und die Auslaßöffnung (53) des Pumpenkolbens (7) verschließenden Ventilkolben (62) ausgebildet ist.

9. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilkolben (62) durch ein zweites Federelement (93) an der Sitzfläche (63) des Pumpenkolbens (7) in Anlage gehalten ist, solange der in der Brennstoff-Druckleitung (60) herrschende Brennstoffdruck den in der Brennstoff-Vorkammer (43) herrschenden Brennstoffdruck nicht unterschreitet.

10. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Stirnfläche (49) des Pumpenkolbens (7) an eine Pumpenkammer (90) angrenzt, deren Volumen durch die Stellung des Pumpenkolbens (7) bestimmt ist und die mit der Brennstoff-Druckleitung (60) direkt und mit der Brennstoff-Vorkammer (43) über die mittels des ersten Rückschlagventils (61) verschließbare Auslaßöffnung (53) des Pumpenkolbens (7) verbunden ist.

11. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites Rückschlagventil (71) am Ausgang der Brennstoff-Druckleitung (60) oder am Eingang der Abspritzdüse (70) angeordnet ist.

12. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Abspritzdüse (70) einen die Abspritzöffnung (76) verschließenden Ventilschließkörper (77) aufweist, der mittels eines dritten Federelementes (82) in Richtung auf eine Schließstellung beaufschlagt ist, wobei die Abspritzöffnung (76) freigegeben wird, wenn der den Ventilschließkörper (77) beaufschlagende Brennstoffdruck den vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---



- Leerseite -



Fig. 1

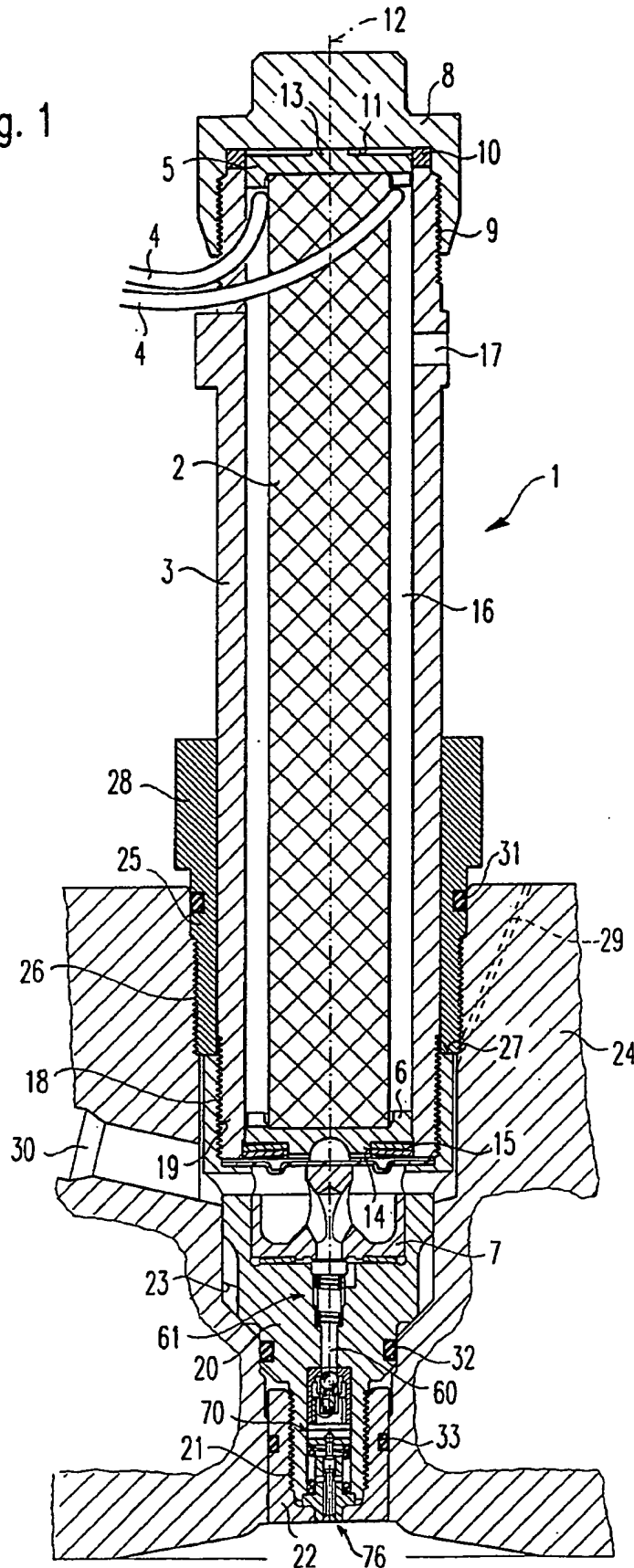


Fig. 2

